

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2001年5月3日 (03.05.2001)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 01/31391 A1

(51) 国際特許分類: G02F 1/133, 1/13363

字下富字武野840番地 シチズン時計株式会社 技術研究所内 Saitama (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP00/07629

(22) 国際出願日: 2000年10月30日 (30.10.2000)

(74) 代理人: 弁理士 大澤 敬 (OSAWA, Takashi); 〒170-0013 東京都豊島区東池袋1丁目20番2号 池袋ホワイトハウスビル818号 Tokyo (JP).

(25) 国際出願の言語: 日本語

(81) 指定国 (国内): CN, JP, US.

(26) 国際公開の言語: 日本語

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

(30) 優先権データ:  
特願平 11/308266  
1999年10月29日 (29.10.1999) JP

添付公開書類:  
— 国際調査報告書

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): シチズン時計株式会社 (CITIZEN WATCH CO., LTD.) [JP/JP]; 〒188-8511 東京都西東京市田無町6丁目1番12号 Tokyo (JP).

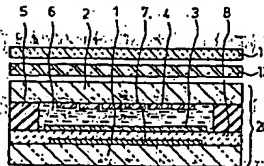
2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(72) 発明者: および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 山口 徹 (YAMAGUCHI, Toru) [JP/JP]; 〒359-8511 埼玉県所沢市大

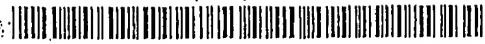
(54) Title: LIQUID CRYSTAL DISPLAY

(54) 発明の名称: 液晶表示装置



(57) Abstract: A polarizer (11) is disposed through a twist phase plate (12) on the viewed side of a liquid crystal element (21) including a reflective layer (7). The direction of the twist phase plate (12) is opposite to that of the liquid crystal element (21). The alignment angle  $\alpha$  of the twist phase plate (12) is in the range from 80 to 100°; and that  $\theta$  of the polarizer (11) is in the range from 60 to 75°. The twist angle  $T_c$  of the twist phase plate (12) is 0.7 to 0.8 times that  $T_s$  of the liquid crystal element (21). The twist phase plate (12) exhibits a birefringence  $\Delta n_d (R_c)$  0.1 to 0.15  $\mu m$  smaller than  $\Delta n_d (R_s)$  of the liquid crystal element (21). As a result, high contrast of reflection display is achieved.

[続葉有]



## (57) 要約:

反射層(7)を内在した液晶素子(21)の視認側に、ねじれ位相差板(12)を介して偏光板(11)を配置し、ねじれ位相差板(12)のツイスト方向を液晶素子(21)のツイスト方向と逆方向にし、ねじれ位相差板(12)の配置角 $\alpha$ を $80 \sim 100^\circ$ の範囲に、偏光板(11)の配置角 $\beta$ を $60 \sim 7.5^\circ$ の範囲にし、ねじれ位相差板(12)のツイスト角 $T_c$ を液晶素子(21)のツイスト角 $T_s$ の $0.7$ 倍 $\sim 0.8$ 倍とし、ねじれ位相差板(12)の複屈折量を示す $\Delta n \cdot d$ 値 $R_c$ を液晶素子(21)の $\Delta n \cdot d$ 値 $R_s$ より $0.1 \mu m \sim 0.15 \mu m$ 小さくする。それによつて、反射表示において高いコントラストが得られる。

## 明 細 書

## 液 晶 表 示 装 置

## 技 術 分 野

この発明は液晶表示装置に関し、特に、液晶表示素子内部の反射板と1枚の偏光板で構成され、明るい白黒表示やカラー表示を実現する単偏光板方式の反射型液晶表示装置に関するものである。

## 背 景 技 術

従来、反射型液晶表示装置としては、1対の偏光板の間にTN（ツイステッドネマティック）液晶素子やSTN（スーパーツイステッドネマティック）液晶素子を配置し、その一方の偏光板の外側に反射層を設けた構造のものが主に用いられている。

しかしながら、このような反射型液晶表示装置は、外光が視認側から入射して反射層によって反射されて視認側へ出射するまでに、2枚の偏光板を2回ずつ通過することになるため、光量の減少が多く表示が暗かった。さらに、反射層がガラス基板の外側にあるので、表示に影が生じるという問題がある。

このような問題の対策として、偏光板1枚で表示が可能な単偏光板方式の反射型液晶表示装置が提案されている。それは、偏光板が1枚であるために、従来の偏光板を2枚用いる反射型液晶表示装置に比べて光量の減少が少なくなり、表示の明るさを改善することができる。

また、単偏光板方式の液晶表示装置では、反射層を液晶表示素子内部に形成することによって、表示の影の問題も解決することが可能である。

このような単偏光板方式の液晶表示装置は、1枚の偏光板と1枚の位相差板と反射層を内在した液晶素子とから構成され、たとえば特開平4-97121号公報（JP, 4-97121, A）に開示されている。

しかしながら、このような位相差板を1枚用いた単偏光板方式の液晶表示装置で

は、黒表示をするとき、特定の波長に対してのみ低い反射率（視認側から見た入射光量に対する出射光量の比率）が実現され、すべての波長に亘り低い反射率を実現することができないため、良好な黒表示が得られずコントラストが不十分であった。

そこで、良好な黒表示を得るために、位相差板を2枚用いた単偏光板方式の液晶表示装置も開発されているが、まだ、十分なコントラストは得られていない。

また、位相差板の代わりに、液晶層のねじれ方向と逆方向にねじれた構造を持つ補償層を用いた単偏光板方式の液晶表示装置も開発されており、たとえば、特開平8-76111号公報（JP, 8-76111, A）に開示されている。

しかしながら、この液晶表示装置は、電圧無印加時の表示が白で電圧印加時の表示が黒となる、いわゆるノーマリ白表示であるので、電圧を印加した状態での補償が難しく、やはり良好な黒が得られない。また、画素間から光が漏れるために、高いコントラストが得られないという問題もある。

さらに、上記公報には、液晶素子に対するねじれ位相差板のツイスト角、 $\Delta n d$  値、配置角などについての詳細な記載が無いため、最適な反射型液晶表示装置としての構成を得ることができない。

また、先に述べた液晶素子の外側又は内部に反射層を設けた従来技術の単偏光板方式の液晶表示装置においては、反射層は光を透過しないので、バックライトを設けることができず、外光が弱い場所や夜間には表示を見ることができなかった。

そこで、反射層として薄膜アルミニウムを蒸着したハーフミラーを用いたり、反射層に画素毎の開口部を設け、外光が弱い場所や夜間にはバックライトの光で表示を行う半透過反射型の液晶表示装置が開発されている。

しかし、単偏光板方式の液晶表示装置の場合、偏光板が1枚しかなく、外光を用いる反射表示時には、入射光は液晶素子を往復した状態で良好な黒白表示が可能ないように液晶素子や位相差板等の光学素子を設計する必要がある。

一方、バックライトを用いた透過表示時には、バックライトからの光は液晶素子

を1回しか透過せずに視認側に出射するので、この状態で良好な黒白表示が得られるように液晶素子や光学素子を設計する必要がある。そのため、反射表示と透過表示の両方で高コントラストが得られるようにするのは難しい。

反射層に画素毎の開口部を設けた液晶表示装置としては、たとえば特開平10-282488号公報（JP, 10-282488, A）に開示されているが、この公報には、液晶素子や光学素子の条件に関する記述は一切なく、反射表示と透過表示で、いかにして良好なコントラストの表示を両立させるかについては記載されていない。

この発明は、上述のような技術的背景に鑑みてなされたものであり、単偏光板型の液晶表示装置による外光による反射表示において、ノーマリ黒モードで、すべての波長領域に亘って低い反射率の黒表示が得られるようにして、高コントラストで、且つ明るい表示を実現することを目的とする。

また、外光による反射表示とバックライト照明による透過表示とを可能にし、しかも、反射表示と透過表示の両方で高コントラストが得られるようにすることも目的とする。

#### 発明の開示

この発明による液晶表示装置は、上記目的を達成するため、反射層と第1の電極とを有する透明な第1の基板と、第2の電極を有する透明な第2の基板との間にツイスト角が $180 \sim 260^\circ$ にツイスト配向しているネマチック液晶層を挟持してなる液晶素子と、第2の基板の外側に設けたねじれ位相差板と、そのねじれ位相差板の外側に設けた偏光板とを備えた反射型の液晶表示装置である。

そして、上記ねじれ位相差板のツイスト方向は上記液晶素子のツイスト方向に対して逆方向であり、上記液晶素子の液晶分子配向方向と上記ねじれ位相差板の液晶分子配向方向とのなす角度 $\alpha$ が $80 \sim 100^\circ$ である。

さらに、上記偏光板の透過軸と上記ねじれ位相差板の上分子配向方向とのなす角度 $\beta$ が $6.0 \sim 7.5^\circ$ であり、上記ねじれ位相差板のツイスト角 $T_c$ は上記液晶素子のツイスト角 $T_s$ の $0.7 \sim 0.8$ 倍であり、上記ねじれ位相差板の複屈折量を示す $\Delta n d$ 値 $R_c$ は、上記液晶素子の $\Delta n d$ 値 $R_s$ より $0.1 \sim 0.15 \mu m$ 小さい。

この発明による液晶表示装置は、また、上記第1の基板が有する反射層を半透過反射層とし、上記偏光板を第1の偏光板として、さらに、上記第1の基板の外側に第1の位相差板と第2の偏光板とバックライトとを順次設けることにより、半透過反射型の液晶表示装置とすることができる。

この場合、前記位相差板を第1の位相差板とし、その第1の位相差板と前記第2の偏光板との間に第2の位相差板を設け、その第1の位相差板の遅相軸と第2の位相差板の遅相軸を概ね $6.0^\circ$ に交差させ、第1の位相差板の位相差値を概ね $1/4$ 波長とし、第2の位相差板の位相差値を概ね $1/2$ 波長とするのが望ましい。

また、上記半透過反射層を、厚さ $0.03 \mu m \sim 0.01 \mu m$ の金属薄膜、または画素毎に開口部を設けた金属薄膜とすることがせできる。

さらに、上記いずれの液晶表示装置においても、上記第1の基板又は第2の基板に複数色のカラーフィルタを設けることができる。あるいは、上記第2の基板の外側に散乱層を設けてもよい。

あるいはまた、上記液晶素子の $\Delta n d$ 値 $R_s$ を $0.75 \sim 0.9 \mu m$ にするとよい。

この発明の液晶表示装置は、単偏光板方式の液晶表示装置の光学素子としてねじれ位相差板1枚を用いている。

そのねじれ位相差板のツイスト方向を液晶素子のツイスト方向と逆にすることによって、液晶素子で発生する複屈折性をねじれ位相差板により減算している。

また、ねじれ位相差板のツイスト角を液晶表示装置のツイスト角より小さくし、且つねじれ位相差板の複屈折量を示す $\Delta n d$ 値を液晶素子の $\Delta n d$ 値より小さくす

ることによって、液晶素子とねじれ位相差板で発生する実質的な位相差値を  $1/4$  波長にしている。

さらに、液晶素子とねじれ位相差板で発生する位相差値  $F$  を全ての波長で  $1/4$  波長とするために、液晶素子のツイスト角に対するねじれ位相差板のツイスト角を特定し、液晶素子の  $\Delta n d$  に対するねじれ位相差板の  $\Delta n d$  を特定し、液晶素子に対するねじれ位相差板の配置角を特定し、ねじれ位相差板に対する偏光板の配置角度を特定し、液晶素子の  $\Delta n d$  値の範囲を特定する。

その結果、液晶素子とねじれ位相差板で発生する位相差値  $F$  を波長  $\lambda$  で除した  $F/\lambda$  値を、ほぼすべての波長において  $1/4$  の一定にすることが可能となる。

反射板の上に、このようにすべての波長で  $F/\lambda$  値が  $1/4$  で一定である、いわゆる広帯域  $1/4$  波長板を配置し、その上に偏光板を設ける。

そして、偏光板の透過軸が広帯域  $1/4$  波長板の遅相軸に対して  $45^\circ$  になるように配置すると、入射した直線偏光はすべての波長で円偏光となり、反射板で反射して、再度、広帯域  $1/4$  波長板を透過すると、全ての波長で偏光方向が  $90^\circ$  回転した直線偏光となり、偏光板に吸収されて完全な黒表示を得ることができる。

つまり、反射表示においては、ねじれ位相差板のツイスト角、 $\Delta n d$  値、配置角、および偏光板の配置角を最適化し、液晶素子の  $\Delta n d$  値の範囲を特定することによって、可視光領域のすべての波長での反射率を低くでき、良好な黒表示を得ることができ、高コントラストの表示が可能になる。

一方、透過表示においては、バックライトから出た光は、液晶素子の裏面に設けた偏光板と位相差値が  $1/4$  波長の位相差板とを透過し、さらに半透過反射層を透過して液晶素子に入射する。液晶素子の複屈折性と、ねじれ位相差板で発生する位相差は、 $1/4$  波長相当になっているので、液晶素子の複屈折性を減算するように液晶素子の裏面に設けた位相差板を配置すると、バックライトから出た光は、そのままの状態で見認側の偏光板に到達する。

したがって、バックライト側の偏光板と視認側の偏光板とが互いの透過軸が直交するように配置されていると、良好な黒表示が得られる。

そして、液晶素子に電圧を印加した状態では、液晶素子の複屈折性が変化し、反射表示および透過表示ともに良好な白表示を得ることが可能となり、反射表示と透過表示の両方で高コントラストが得られる単偏光板方式の液晶表示装置を提供することができる。

#### 図面の簡単な説明

第1図は、この発明による液晶表示装置の第1の実施形態の構成を示す模式的な断面図である。

第2図は、同じくその反射層と第1の電極および第2の電極の平面的な配置関係を示す平面図である。

第3図は、同じくその液晶素子のツイスト角を説明するための図である。

第4図は、同じくそのねじれ位相差板のツイスト角と偏光板の透過軸の関係を説明するための図である。

第5図は、この発明による液晶表示装置の第2実施の形態における液晶素子のツイスト角を説明するための図である。

第6図は、同じくそのねじれ位相差板のツイスト角と偏光板の透過軸の関係を説明するための図である。

第7図は、この発明による液晶表示装置の第3の実施形態の構成を示す模式的な断面図である。

第8図は、同じくその半透過反射層と第1の電極および第2の電極の平面的な配置関係を示す平面図である。

第9図は、同じくその液晶素子のツイスト角と位相差板の遅延軸の関係を説明するための図である。



第10図は、この発明による液晶表示装置の第4の実施形態の構成を示す模式的な断面図である。

第11図は、同じくその反透過反射層と第1の電極および第2の電極とカラーフィルタの平面的な配置関係を示す平面図である。

第12図は、同じくその液晶素子のツイスト角と第1、第2の位相差板の遅相層軸の関係を説明するための図である。

第13図は、この発明による液晶表示装置の各実施形態におけるねじれ位相差板のツイスト角とコントラストとの関係を示す線図である。

第14図は、同じくねじれ位相差板の $\Delta n$ 値( $R_c$ )変化させた場合の( $R_s - R_c$ )とコントラストとの関係を示す線図である。

第15図は、同じくねじれ位相差板の配置角 $\alpha$ とコントラストとの関係を示す線図である。

第16図は、同じく第1の偏光板の配置角 $\beta$ とコントラストとの関係を示す線図である。

第17図は、この発明による液晶表示装置を構成する各素子の配置関係を定義するための説明図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

この発明をより詳細に説明するために、添付図面を用いて、この発明を実施するための最良の形態を説明する。

##### 〔第1の実施形態：第1図から第4図〕

まず、この発明による液晶表示装置の第1の実施形態の構成を、第1図から第4図によって説明する。

第1図はその液晶表示装置の構成を示す模式的な断面図であり、第2図はその反透過反射層と第1および第2の電極の平面的な配置関係を示す平面図である。

この液晶表示装置は、第1図に示すように、液晶素子20と、液晶素子20の上側に設けたねじれ位相差板12と、さらにその外側に設けた偏光板11とによって構成される。

偏光板11とねじれ位相差板12は、アクリル系粘着剤で一体化しており、液晶素子20ともアクリル系粘着剤で貼り付けである。

液晶素子20は、それぞれ透明な第1の基板1と第2の基板2との間にネマチック液晶層6を挟持している。

そして、第1の基板1は、厚さ0.5 mmのガラス板からなり、その内面にアルミニウムからなる厚さ0.1  $\mu$ mの反射層7と、アクリル系材料からなる厚さ2  $\mu$ mの保護膜8と、透明電極材料である酸化インジウム錫(以下、「ITO」と略称する)膜からなる第1の電極3とが形成されている。

第2の基板2も厚さ0.5 mmのガラス板からなり、その内面にITO膜からなる第2の電極4が形成されている。

この第1の基板1と第2の基板2とが第1の電極3と第2の電極4とを対向させてシール材5によって張り合わされ、その第1の基板1と第2の基板2との間隙に、ネマチック液晶層6が挟持されて、ツイスト角が左回り240°にツイスト配向している。

その第1の電極3と第2の電極4は、第2図に仮想線で示すように互いに直交するストライプ状に多数形成され、その第1の電極3と第2の電極4が交差して重なり合う部分がそれぞれ画素部となる。この第1の電極3を形成した第1の基板1上の保護膜8の表面と、第2の電極4を形成した第2の基板2の内面には、それぞれ配向膜を形成しているが図示を省略している。

ITOからなる第1の電極3と第2の電極4の透過率は、明るさの点で重要である。ITO膜のシート抵抗値が低いほど膜厚が厚くなり、透過率が低くなる。

この実施の形態では、第2の電極4にはデータ信号を印加するので、クロスト

クの影響が少ないため、シート抵抗値が100オームで厚さ0.05  $\mu\text{m}$ のITO膜を用いる。そのITO膜の平均透過率は、約92%である。

また、第1の電極3には走査信号を印加するので、クロストークの影響を低下させるために、シート抵抗値10オームで厚さ0.3  $\mu\text{m}$ のITO膜を用いる。そのITO膜の平均透過率は、約89%と幾分低いが、少なくとも1方の電極に透過率が90%以上の透明電極を用いることによって、表示の明るさを改善できる。

第2図に示したように、第1の電極3と第2の電極4との交差した部分が画素となる。

反射層7は、第1の基板1の内面にアルミニウム薄膜をスパッタリング法で形成し、さらにその表面を保護するために、厚さ0.03  $\mu\text{m}$ の酸化シリコン( $\text{SiO}_2$ )をスパッタリング法で表面に形成したものであり、第2図に仮想線で示した第1の電極3と第2の電極4が交差して重なり合う各画素部を全て含む表示領域全体をカバーする大きさの正方形又は長方形に形成されている。

さらに、反射層7の表面に凹凸をつけ、散乱性を与えると、視野角特性が改善されるため、より好ましい。

ねじれ位相差板12は、ねじれ構造を持つ液晶性高分子ポリマーを、トリアセチルセルロース(TAC)フィルムやポリエチレンテレフタレート(PET)フィルムに配向処理してから塗布し、150°C程度の高温で液晶状態にして、ツイスト角を調整した後、室温まで急冷して、そのねじれ状態を固定化したフィルムである。

あるいは、別に用意した配向処理を施したフィルムにねじれ状態を固定した後、TACフィルムに液晶性高分子ポリマーを転写して形成したフィルムであり、ツイスト角 $T_c$ が180°の右回りのねじれ位相差板12を用いる。

偏光板11は、なるべく明るく且つ偏光度が高いことが好ましく、この実施形態では、透過率45%で偏光度99.9%の材料を使用した。

この偏光板11の表面に、屈折率の異なる無機薄膜を真空蒸着法やスパッタ法で

数層コートした、反射率が0.5%程度の無反射層を設けることによって、第1の偏光板11の表面反射が低下して透過率が改善され、より明るくなる。また、黒レベルが低くなることによってコントラストも改善される。

しかし、無機薄膜は高価なので、最近では1層～2層の有機材料をコートした塗布タイプの無反射膜が開発されており、反射率は1%前後と多少高いが、低価格である。これらの無反射膜でも無反射層として充分使用可能である。

次に、これらの各構成部材の配置関係について、第3図および第4図を用いて説明する。なお、これらの図に示す角度は、視認側から見て表示画面の水平軸H-H'に対して反時計方向に回転する角度をプラス、時計方向に回転する角度をマイナスとしている。

上述した液晶素子20の第1の電極3と第2の電極4の表面には配向膜(図示せず)が形成され、第3図に示すように、第1の基板1側の面は、水平軸Hに対して右上がり30°方向にラビング処理することによって、ネマチック液晶層6の下液晶分子配向方向6aは+30°となり、第2の基板2側の面は右下がり30°方向にラビング処理することによって、上液晶分子配向方向6bは-30°となる。

粘度2.0cPのネマチック液晶層6にはカイラル材と呼ぶ旋回性物質を添加し、ねじれピッチPを1.1μmに調整し、反時計回りでツイスト角Tsが240°S:TNモードの液晶素子20を形成する。

使用するネマチック液晶層6の複屈折の差Δnは0.15で、第1の基板1と第2の基板2の隙間であるセルギャップdは5.4μmとする。したがってネマチック液晶6の複屈折の差Δnとセルギャップdとの積で表す液晶素子20の複屈折性を示すΔnd値Rsは0.81μmとなる。

一方、図4に示す偏光板11の透過軸11aは、水平軸H-H'を基準にして-55°に配置している。

ねじれ位相差板12は、複屈折性を示すΔnd値Rcが0.568μmのものを

いる。そして、そのねじれ位相差板 1 2 の下分子配向方向 1 2 a は、第 4 図に示すように、水平軸 H-H を基準にして  $+55^\circ$  に配置し、上分子配向方向 1 2 b も  $+55^\circ$  に配置し、右回りでツイスト角  $T_c$  が  $180^\circ$  となり、ツイスト角の比  $T_c/T_s = 0.75$  である。また、偏光板 1 1 との複屈折の差  $\Delta R$  は、

$$\Delta R = R_s - R_c = 0.13 \mu m$$

となっている。

ここで、この液晶表示装置の効果について、第 1 3 図から第 1 7 図を用いて説明する。

第 1 7 図は、この発明による液晶表示装置を構成する各素子の配置関係を定義するための説明図である。

6 a は液晶素子 2 0 のネマチック液晶層 6 の下液晶分子配向方向を示し、6 b は液晶層 6 の上液晶分子配向方向を示す。そして、上液晶分子配向方向 6 b から下液晶分子配向方向 6 a へ向かう角度が液晶素子 2 0 のツイスト角  $T_s$  である。

1 2 a はねじれ位相差板 1 2 の下分子配向方向を示し、1 2 b は同じく上分子配向方向を示す。そして、上分子配向方向 1 2 b から下分子配向方向 1 2 a へ向かう角度がねじれ位相差板 1 2 のツイスト角  $T_c$  である。

液晶素子 2 0 の上液晶分子配向方向 6 b に対して、ねじれ位相差板 1 2 の下分子配向方向 1 2 a が時計回り方向になす角度がねじれ位相差板 1 2 の配置角  $\alpha$  であり、ねじれ位相差板 1 2 の上分子配向方向 1 2 b に対して、偏光板 1 1 の透過軸 1 1 a が反時計回り方向になす角度が偏光板 1 1 の配置角  $\beta$  である。

第 1 3 図は、上述したこの発明の第 1 の実施形態の液晶表示装置において、ねじれ位相差板 1 2 のツイスト角  $T_c$  を変化させた場合のコントラストの変化を図示する線図である。そして、曲線 3 1 は、液晶素子 2 0 の  $\Delta n \cdot d$  値  $R_s$  が  $0.81 \mu m$ 、ツイスト角  $T_s$  が  $240^\circ$  で、ねじれ位相差板 1 2 の  $\Delta n \cdot d$  値  $R_c$  が  $0.68 \mu m$  の場合である。曲線 3 2 は、液晶素子 2 0 の  $\Delta n \cdot d$  値  $R_s$  が  $0.87 \mu m$ 、ツイス

ト角  $T_s$  が  $22.0^\circ$  で、ねじれ位相差板 12 の  $\Delta n d$  値  $R_c$  が  $0.75 \mu m$  の場合である。

第 1.3 図の横軸は、ねじれ位相差板 12 のツイスト角  $T_c$  を、液晶素子 20 のツイスト角  $T_s$  で除した値で、縦軸は液晶表示装置を 200 分割で駆動した際に、反射状態で測定したコントラストである。

曲線 3.1 に示すように、 $T_s = 24.0^\circ$  の場合、 $T_c / T_s$  が  $0.7 \sim 0.8$  の範囲で高いコントラストが得られ、特に、 $T_c / T_s = 0.75$  ( $T_c = 18.0^\circ$ ) 近傍で最も高くなった。

次に、第 1.4 図は、この発明の実施の形態の液晶表示装置において、ねじれ位相差板 12 の  $\Delta n d$  値  $R_c$  を変化させた場合のコントラストの変化を示す線図である。

そして、曲線 3.3 は、液晶素子 20 の  $\Delta n d$  値  $R_s$  が  $0.81 \mu m$ 、ツイスト角  $T_s$  が  $24.0^\circ$  で、ねじれ位相差板 12 のツイスト角  $T_c$  が  $18.0^\circ$  の場合である。

曲線 3.4 は、液晶素子 20 の  $\Delta n d$  値  $R_s$  が  $0.87 \mu m$ 、ツイスト角  $T_s$  が  $22.0^\circ$  で、ねじれ位相差板 12 のツイスト角  $T_c$  が  $16.0^\circ$  の場合である。

第 1.4 図の横軸は、液晶素子 20 の  $\Delta n d$  値  $R_s$  からねじれ位相差板 12 の  $\Delta n d$  値  $R_c$  を減じた値で、縦軸は液晶表示装置を 200 分割で駆動した際に、反射状態で測定したコントラストである。

曲線 3.3 に示すように、 $T_s = 24.0^\circ$  の場合、 $R_s - R_c$  が  $0.1 \sim 0.15 \mu m$  の範囲で高いコントラストが得られ、特に、 $R_s - R_c$  が  $0.13 \mu m$  ( $R_c = 0.68 \mu m$ ) 近傍で最も高くなった。

第 1.5 図は、この発明の実施の形態の液晶表示装置において、ねじれ位相差板 12 の配置角を変化した場合のコントラストの変化を示す線図である。そして、曲線

3.5 は、液晶素子 20 の  $\Delta n d$  値  $R_s$  が  $0.81 \mu m$ 、ツイスト角  $T_s$  が  $24.0^\circ$  で、ねじれ位相差板 12 のツイスト角  $T_c$  が  $18.0^\circ$  の場合である。曲線 3.6 は、液晶素子 20 の  $\Delta n d$  値  $R_s$  が  $0.87 \mu m$ 、ツイスト角  $T_s$  が  $22.0^\circ$  で、ねじ

れ位相差板12のツイスト角 $T_c$ が $160^\circ$ の場合である。

第15図の横軸は、液晶素子20内のネマチック液晶層6の上液晶分子配向方向6bに対し、ねじれ位相差板12の下分子配向方向12aが時計回り方向になす角度で、第17図において配置角 $\alpha$ で定義している。縦軸は、液晶表示装置を200分割で駆動した際に、反射状態で測定したコントラストである。

曲線35に示すように、 $T_s = 240^\circ$ の場合、配置角 $\alpha$ が $80 \sim 100^\circ$ の範囲で高いコントラストが得られ、特に、配置角 $\alpha$ が $85^\circ$ 近傍において最も高くなった。

第16図は、この発明の実施形態の液晶表示装置において、偏光板11の配置角を変化させた場合のコントラストの変化を示す線図である。そして、曲線37は、液晶素子20の $\Delta n d$ 値 $R_s$ が $0.81 \mu m$ 、ツイスト角 $T_s$ が $240^\circ$ で、ねじれ位相差板12のツイスト角 $T_c$ が $180^\circ$ の場合である。曲線38は、液晶素子20の $\Delta n d$ 値 $R_s$ が $0.87 \mu m$ 、ツイスト角 $T_s$ が $220^\circ$ で、ねじれ位相差板12のツイスト角 $T_c$ が $160^\circ$ の場合である。

第16図の横軸は、ねじれ位相差板12の上分子配向方向12bに対し、第1の偏光板11の透過軸11aが反時計回り方向になす角度で、第17図において配置角 $\beta$ で定義している。縦軸は、液晶表示装置を200分割で駆動した際に、反射状態で測定したコントラストである。

曲線37に示すように、配置角 $\beta$ が $60 \sim 75^\circ$ の範囲で高いコントラストが得られ、特に、 $\beta$ が $70^\circ$ 近傍で最も高くなった。

さらに、液晶素子20の $\Delta n d$ 値 $R_s$ を変化させて、第13図～第16図と同じように、コントラストの変化を測定した。

その結果、 $R_s$ が $750 nm$ 未満になるとコントラストが低下し、 $900 nm$ を越えるとコントラストの低下は無いが、白表示が黄色く着色し、良好な白黒表示が得られなかった。

このように、偏光板 11 とねじれ位相差板 12 と反射層 7 を内在した液晶素子 20 において、液晶素子 20 に対するねじれ位相差板 12 のツイスト角、 $\Delta n \cdot d$  値、および配置角、ねじれ位相差板 12 に対する偏光板の配置角を最適化し、また液晶素子 20 の  $\Delta n \cdot d$  値の範囲を限定することによって、ノーマリ黒モードで、低い反射率の黒を得ることができ、コントラストが高く、且つ明るい表示を実現できる。

上述の実施形態では、ねじれ位相差板 12 として、室温ではねじれ状態が固定化している液晶性ポリマーフィルムを用いたが、液晶分子の一部を鎖状のポリマー分子に結合しただけの、温度により  $R_c$  が変化する温度補償型ねじれ位相差板を用いると、高温や低温での明るさやコントラストが改善し、より良好な反射型液晶表示が得られる。

また、反射層 7 を第 1 の電極 3 とは別に形成したが、第 1 の電極をアルミニウムや銀等の金属薄膜で形成することによって、反射層 7 と兼用した反射電極とすることもできる。構それによって、液晶表示装置の構造を単純化することも可能である。

また、反射層 7 を第 1 の基板 1 の外側に配置しても、表示に影は発生するが、略同様な効果が得られる。

〔第 2 の実施の形態：第 1 図と第 2 図および第 5 図と第 6 図〕

次に、この発明による液晶表示装置の第 2 の実施形態について説明する。この第 2 の実施形態の液晶表示装置は、液晶素子のツイスト角と  $\Delta n \cdot d$  値、およびねじれ位相差板のツイスト角と  $\Delta n \cdot d$  値が第 1 の実施の形態と異っているだけである。

そのため、液晶表示装置の構造を示す図は、第 1 の実施形態の第 1 図と第 2 図と同じであるから、その説明は省略する。

第 5 図は、第 2 の実施形態の液晶表示装置における液晶素子のツイスト角を説明するための図、第 6 図は、そのねじれ位相差板のツイスト角と偏光板の透過軸の関係を説明するための図である。

これらの図を用いて、この発明の第 2 の実施形態の液晶表示装置における各構成



部材の配置関係を説明する。

第1の電極3と第2の電極4の表面には配向膜（図示せず）が形成され、第5図に示すように、第1の基板1の内面側の配向膜は、水平軸H-Hに対して、右上がり $20^\circ$ 方向にラビング処理することで、ネマチック液晶層6の下液晶分子配向方向6-aは $+20^\circ$ となり、第2の基板2の内面側の配向膜は、右下がり $20^\circ$ 方向にラビング処理することによって上液晶分子配向方向6-bは $-20^\circ$ になる。

粘度20 c.p.のネマチック液晶には、カイラル材と呼ぶ旋回性物質を添加し、ねじれピッチPを $1.1\mu\text{m}$ に調整し、左回りでツイスト角T\_sが $220^\circ$ にツイストしたS-TNモードの液晶素子20を形成する。

使用するネマチック液晶の複屈折の差 $\Delta n$ は0.15で、第1の基板1と第2の基板2の隙間であるセルギャップdは $5.8\mu\text{m}$ とする。

したがって、ネマチック液晶層6の複屈折の差 $\Delta n$ とセルギャップdとの積で表す液晶素子20の複屈折性を示す $\Delta n d$ 値であるR\_sが $0.87\mu\text{m}$ となる。

第6図に示すように、偏光板11の透過軸11-aは、表示画面の水平軸H-Hを基準にして $-70^\circ$ に配置する。ねじれ位相差板12は、複屈折性を示す $\Delta n d$ 値R\_cが $0.75\mu\text{m}$ のものを用いる。

ねじれ位相差板12の下分子配向方向12-aは、第6図に示すように、水平軸H-Hを基準にして $+65^\circ$ に配置し、上分子配向方向12-bは、 $+45^\circ$ に配置しており、右回りでツイスト角T\_cが $-160^\circ$ となる。したがって、液晶素子20のツイスト角T\_sとの比 $T_c/T_s = 0.73$ であり、複屈折の差 $\Delta R$ は、 $\Delta R = R_s - R_c = 0.12\mu\text{m}$ となっている。

この第2の実施形態の液晶表示装置の効果について、第1の実施形態で用いた第13図～第16図を再び用いて説明する。

第13図の曲線3.2に示すように、ツイスト角T\_sが $220^\circ$ であるこの実施形態の液晶表示装置においても、ねじれ位相差板12のツイスト角T\_cは、 $T_c/T_s$

s が  $0.7 \sim 0.8$  の範囲で高いコントラストが得られ、特に、 $T_c / T_s = 0$ 、

$7.3$  ( $T_c = 160^\circ$ ) 近傍で最も高くなった。

また、第14図の曲線34に示すように、ツイスト角  $T_s$  が  $220^\circ$  であるこの実施形態の液晶表示装置においても、ねじれ位相差板12の  $\Delta n d$  値  $R_c$  は、 $R_s -$

$R_c$  が  $0.1 \sim 0.15 \mu m$  の範囲で高いコントラストが得られ、特に、 $R_s - R_c$  が  $0.12 \mu m$  ( $R_c = 0.75 \mu m$ ) 近傍で最も高くなった。

さらに、第15図の曲線36に示すように、ツイスト角  $T_s$  が  $220^\circ$  であるこの実施形態の液晶表示装置においても、ねじれ位相差板12の配置角  $\alpha$  が  $80 \sim 100^\circ$  の範囲で高いコントラストが得られ、特に、配置角  $\alpha$  が  $85^\circ$  近傍で最も高くなった。

そして、第16図の曲線38に示すように、ツイスト角  $T_s$  が  $220^\circ$  であるこの実施形態の液晶表示装置においても、偏光板11の配置角  $\beta$  が  $60 \sim 75^\circ$  の範囲で高いコントラストが得られ、特に、配置角  $\beta$  が  $65^\circ$  近傍で最も高くなった。

さらに、液晶素子20の  $\Delta n d$  値  $R_s$  を変化させて、コントラスト変化を測定した。その結果、ツイスト角  $T_s$  が  $220^\circ$  であるこの第2の実施形態の液晶表示装置においても、 $R_s$  が  $750 nm$  未満になるとコントラストが低下し、 $900 nm$  を越えると、コントラストの低下は無いが、白表示が黄色く着色し、良好な白黒表示が得られなかった。

このように、液晶素子20が  $220^\circ$  ツイストの液晶表示装置においても、偏光板11とねじれ位相差板12と反射層7を内在した液晶素子20において、液晶素子20に対するねじれ位相差板12のツイスト角、 $\Delta n d$  値、配置角、ねじれ位相差板12に対する偏光板11の配置角を最適化し、また液晶素子20の  $\Delta n d$  値の範囲を限定している。

これにより、ノーマリ黒モードで、低い反射率の黒表示を得ることができ、高コントラストで且つ明るい反射型の液晶表示装置を提供できる。

第1の実施の形態における液晶素子ではツイスト角が $240^\circ$ 、第2の実施の形態における液晶素子ではツイスト角が $220^\circ$ の液晶素子を用いたが、ツイスト角が $180^\circ \sim 260^\circ$ の範囲の液晶素子であれば、同様に最適化することにより、同様な反射型液晶表示装置が得られる。

すなわち、ねじれ位相差板12のツイスト角 $T_c$ は、 $T_c/T_s$ が $0.7 \sim 0.8$ の範囲で、ねじれ位相差板12の $\Delta n d$ 値 $R_c$ は $R_s - R_c$ が $0.1 \sim 0.15 \mu m$ の範囲で、ねじれ位相差板12の配置角 $\alpha$ が $80^\circ \sim 100^\circ$ の範囲で、第1の偏光板11の配置角 $\beta$ が $60^\circ \sim 75^\circ$ の範囲で、高いコントラストが得られる。

〔第3の実施形態：第7図から第9図〕

次に、この発明による液晶表示装置の第3の実施形態について、第7図から第9図を用いて説明する。

第7図はその液晶表示装置の構成を示す模式的な断面図、第8図はその半透過反射層と第1の電極および第2の電極の平面的な配置関係を示す平面図、第9図はその液晶素子のツイスト角と位相差板の遅相軸の関係を説明するための図である。

これらの図において、第1図から第4図と同じが対応する部分には同一の符号を付している。なお、以後の実施形態においては、第1図における偏光板11に相当する偏光板を、第1の偏光板11とする。

この液晶表示装置は第7図に示すように、液晶素子21と、その液晶素子21の上側（視認側）に順次設けたねじれ位相差板12と第1の偏光板11と、液晶素子21の下側（視認側と反対側）に順次設けた第1の位相差板17と第2の偏光板16とバックライト15とによって、半透過反射型の液晶表示装置を構成している。

第1の偏光板11とねじれ位相差板12は、アクリル系粘着剤で一体化しており、液晶素子21ともアクリル系粘着剤で貼り付けてある。

また、第2の偏光板16と第1の位相差板17はアクリル系粘着剤で一体化しており、液晶素子21ともアクリル系粘着剤で貼り付けてある。

液晶素子 21 は、いずれも厚さ 0.5 mm のガラス板からなる第 1 の基板 1 および第 2 の基板 2 とを対向させ、接着剤を兼ねたシール材 5 によって張り合わせ、その第 1 の基板 1 と第 2 の基板 2 の間隙にネマチック液晶を封入して、左回り 240° ツイスト配向しているネマチック液晶層 6 を形成している。

第 1 の基板 1 の内面には、アルミニウムからなる厚さ 0.1  $\mu\text{m}$  の半透過反射層 9 と、アクリル系材料からなる厚さ 2  $\mu\text{m}$  の保護膜 8 と、その上に透明電極材料である ITO からなる厚さ 0.3  $\mu\text{m}$  の第 1 の電極 3 が形成されている。

また、第 2 の基板 2 の内面には、ITO からなる厚さ 0.05  $\mu\text{m}$  の第 2 の電極 4 が形成されている。

第 8 図に示すように、第 1 の電極 3 と第 2 の電極 4 が交差した部分が画素となり、少なくともその画素周辺に長方形の半透過反射層 9 を設ける。その半透過反射層 9 には、画素毎に開口部 9a がフォトリソ工程によって形成されている。その開口部 9a の面積によって、この半透過反射層 9 の透過率と反射率を調整することが可能である。

この第 3 の実施形態では、開口部の面積を画素面積の 30% に設定したので、30% 程度の光を透過し、残りの 70% 程度の光を反射するようにした。

ねじれ位相差板 12 と第 1 の偏光板 11 とは、第 1 の実施の形態で用いたものと同じである。

第 1 の位相差板 17 としては、ポリカーボネートを延伸した厚さ約 70  $\mu\text{m}$  のフィルムで、波長が 0.55  $\mu\text{m}$  の位相差値  $F_1$  が 0.14  $\mu\text{m}$  であり、 $1/4$  波長板となっている。

第 2 の偏光板 16 は、偏光度が高いことが重要であるため、透過率 4.4% で偏光度が 99.99% のものを使用した。

バックライト 15 は、導光板に蛍光灯や LED を取り付けたり、エレクトロルミネッセンス (EL) 板などを用いることが可能であるが、この実施形態では厚

さが約1mmで、発光色が白色のEL板を用いた。

次に、各構成部材の配置関係を第9図を用いて説明する。第1の偏光板11とねじれ位相差板12の配置関係は、第1の実施形態の説明で第4図に示したのと同じであるから、説明を省略する。

液晶素子21の下側に配置した第1の位相差板17の遅相軸17aは、第9図に示すように、水平軸H-Hに対して $+8.0^\circ$ に配置し、第2の偏光板16の透過軸16aは、水平軸H-Hに対して $+3.5^\circ$ に配置し、第1の偏光板11の透過軸11aと直交する。

次に、この実施形態の液晶表示装置の効果について説明する。反射表示については第1の実施形態の効果と同じであり、良好なゴンドラストの表示が可能である。

そこで、バックライト15を点灯した透過表示について説明する。バックライト15から出た光は、第2の偏光板16により直線偏光となる。この直線偏光は第1の位相差板17の遅相軸17aに対して $4.5^\circ$ の角度に入射するので、円偏光となる。半透過反射層9で約7割は反射されるが、残りの約3割の光が透過する。

液晶素子21に電圧を印加していない状態では、ねじれ位相差板12と液晶素子21により、複屈折性がほぼ全波長にわたり $1/4$ 波長相当となっている。

そこで、この実施形態のように配置すると、第1の位相差板17で発生した位相差は、液晶素子21とねじれ位相差板12とで発生する位相差で減算されて0となり、第2の偏光板16の透過軸16aと同一方向の直線偏光となって出射する。

したがって、第1の偏光板11の透過軸11aと第2の偏光板16の透過軸16aが直交しているので、入射光は透過せず黒表示となる。

液晶素子21の第1の電極3と第2の電極4の間に電圧を印加すると、ネマチック液晶層6の液晶分子が立ち上がり、液晶素子21の実質的な $\Delta n_d$ 値が減少する。

そのため、バックライト15から第2の偏光板16を通して入射した直線偏光は、第1の位相差板17を通過することによって円偏光となるが、ねじれ位相差板12

と液晶素子21を透過することによって楕円偏光や直線偏光になる。

この電圧印加により液晶素子21で発生する位相差を $1/4$ 波長とすると、第2の偏光板16より入射した直線偏光は、ねじれ位相差板12を透過することによって $90^\circ$ 回転するため、第1の偏光板11を透過し、良好な白表示を得ることができる。

このように、第1の偏光板11とねじれ位相差板12と半透過反射層9とを内在した液晶素子21によって、外光を用いる反射表示においては良好な黒表示と明るい白表示が得られる。また、液晶素子21の下側に第1の位相差板17と第2の偏光板16とバックライト15を備えることによって、外光が少ない環境ではバックライト15を点灯して、透過表示を行うことができる。

このことによって、良好なコントラストの表示が得られる単偏光板方式の半透過反射型の液晶表示装置を提供できる。

また、画素毎に開口部9aを設けた半透過反射層9を採用しているため、開口部9aを大きくすると透過表示重視の液晶表示装置に、開口部9aを小さくすると、反射表示重視の液晶表示装置に対応することが可能である。

この実施形態では、第1の位相差板17で発生する位相差を、液晶素子21で発生する位相差が減算するように配置した。しかし、第1の位相差板17と液晶素子21で発生する位相差とを加算して $1/2$ 波長相当になるように配置し、さらに、第2の偏光板16の透過軸16aを第1の偏光板11の透過軸11aと平行に配置することも可能である。

〔第4の実施形態：第10図から第12図〕

つぎに、本発明による液晶表示装置の第4の実施形態について説明する。

この第4の実施形態の液晶表示装置は、液晶素子の下側に2枚の位相差板を備え、液晶素子の上部に散乱層を備えること、半透過反射板が異なること、カラーフィルタを備えたことによりカラー表示が可能となっていることが、上述した第3の実施

形態の構成と異なっている。

第10図はその液晶表示装置の構成を示す模式的な断面図、第11図はその反透過反射層と第1の電極および第2の電極とカラーフィルタの平面的な配置関係を示す平面図、第12図はその液晶素子のツイスト角と第1、第2の位相差板の遅相軸の関係を説明するための図である。

この実施形態の液晶表示装置は、第10図に示すように、液晶素子22と、液晶素子22の上側に順次設けた散乱層14とねじれ位相差板12と第1の偏光板11と、液晶素子22の下側に順次設けた第1の位相差板17と第2の位相差板18と第2の偏光板16とバックライト15によって、半透過型の液晶表示装置を構成している。

第1の偏光板11とねじれ位相差板12は、アクリル系粘着剤で一体化しており、散乱層14で液晶素子22と貼り付けてある。また、第1の位相差板17と第2の位相差板18と第2の偏光板16もアクリル系粘着剤で一体化しており、液晶素子22ともアクリル系粘着剤で貼り付けてある。

液晶素子22は、いずれも厚さ0.5mmのガラス板からなる第1の基板1および第2の基板2とを対向させ、接着剤を兼ねたシール材5によって張り合わせ、その第1の基板1と第2の基板2の間隙にネマチック液晶を封入して、左回り240°ツイスト配向しているネチック液晶相6を形成している。

その第1の基板1の内面には、アルミニウムからなる厚さ0.02 $\mu$ mの半透過反射層13と、赤フィルタR、緑フィルタG、青フィルタBの3色からなる厚さ1 $\mu$ mのカラーフィルタ10と、アクリル系材料からなる厚さ2 $\mu$ mの保護膜8と、透明電極材料であるITOからなる厚さ0.3 $\mu$ mの第1の電極3とが、順次形成されている。

第2の基板2の内面には、ITOからなる厚さ0.05 $\mu$ mの第2の電極4が形成されている。

半透過反射層 13 は、アルミニウムの膜厚を非常に薄くすることによって、一部の光は透過し残りの光は反射するいわゆるハーフミラーにしてある。

この実施形態では、アルミニウムの膜厚を、 $0.02\mu\text{m}$ としたことによって、 $10\sim 20\%$ 程度の光を透過し、残りの $80\sim 90\%$ 程度の光を反射するようにし、第 11 図に示すように少なくとも各画素周辺に長方形の形状で形成する。しかし、この実施形態では、略正方形の一枚の半透過反射層 13 として形成されている。

散乱層 14 は、半透過反射層 13 で反射した光を散乱し、広視野角で明るい表示を得るために設けている。外部から入射する光はなるべく前方に散乱透過し、後方散乱が少ないものが、高コントラストが得られて好ましい。

この実施形態では、粘着剤に微粒子を混合した厚さ $30\mu\text{m}$ の散乱性粘着剤を散乱層 14 として用い、液晶素子 22 とねじれ位相差板 12 の粘着剤としても兼用している。

また、散乱層 14 には、位相差値をほとんど持たず、偏光状態を変化させにくい材料を用いたので、第 2 の基板 2 から第 1 の偏光板 11 の間、あるいは第 1 の偏光板 11 の表面のどこに配置してもよいが、表示ボケを減らすために、なるべく第 2 の基板 2 の近くに設けるのが好ましい。

また、第 2 の基板 2 の厚さも、なるべく薄い方が表示ボケが少なくなり好ましく、この実施形態では、その厚さを $0.5\text{mm}$ にした。

さらにまた、第 2 の基板を $0.4\text{mm}$ と薄くし、第 1 の基板を $0.5\text{mm}$ として、第 2 の基板を第 1 の基板より薄くすることも可能である。

バックライト 15 は、第 3 の実施形態と同じ白色 EL を用いることも可能ではあるが、この実施の形態では、彩度と明るさを向上するために、導光板に 3 波長型蛍光管を取り付けたサイドライト方式を用いた。

カラーフィルタ 10 は、この実施形態では、赤フィルタ R と、緑フィルタ G と



青フィルタBの3色で構成され、第11図に示すように、第2の電極4と平行になる縦ストライプ形状とする。

各カラーフィルタの幅は第2の電極4の幅より広く形成し、すきまが生じないようにしている。カラーフィルタ10の間にすきまが生じると、入射光が増加して明るくなるが、表示色に白の光が混色し、色純度が低下するので好ましくない。

カラーフィルタ10は明るさを改善するために、分光スペクトルにおける最大透過率になるべく高いことが好ましく、各色の最大透過率は80%以上が良く、90%以上が最も好ましい。

また、分光スペクトルにおける最小透過率も20%~50%と高くする必要がある。

カラーフィルタ10としては、顔料分散型、染色型、印刷型、転写型、電着型などが使えるが、アクリル系やPVA系の感光性樹脂に顔料を分散させた顔料分散型のものが耐熱温度が高く、色純度も良いので最も好ましい。

このような高透過率のカラーフィルタを得るために、第1の基板1にアルミニウム薄膜の半透過反射層13を形成し、半透過反射層13の表面に厚さ0.03 $\mu$ mの酸化シリコン( $\text{SiO}_2$ )膜をスパッタリング法で形成した後、感光性樹脂に顔料を10~15%配合したカラーレジストを、スピンナーを用いて第1の基板1に塗布し、露光工程と現像工程を行い、厚さが1 $\mu$ m程度でも、透過率が高いカラーフィルタ10を形成した。

第1の偏光板11とねじれ位相差板12と第2の偏光板16は、第3の実施の形態で用いたものと同じである。

第1の位相差板17は、ポリカーボネート(PC)を延伸した厚さ約70 $\mu$ mの透明フィルムで、波長0.55 $\mu$ mの位相差値F1が0.14 $\mu$ mで、1/4波長相当である。

第2の位相差板18も、PCを延伸した厚さ約70 $\mu$ mの透明フィルムで、波長

## 2.4

0.55  $\mu\text{m}$ の位相差値F 2が0.28  $\mu\text{m}$ で、1/2波長相当に設定する。

ここで、この実施形態の各構成部材の配置関係を第1.2図を用いて説明する。

第1.0図における液晶素子2.2から上側の第1の偏光板1.1とねじれ位相差板1.2の配置関係は、第1の実施形態において第4図によって説明したのと同じであるから省略する。

液晶素子2.2の下側に配置した第1の位相差板1.7の遅相軸1.7aは、第1.2図に示すように、水平軸H-Hに対して+5.0°に配置し、第2の位相差板1.8の遅相軸1.8aは、水平軸H-Hに対して-7.0°に配置している。また、第2の偏光板1.6の透過軸1.6aは、水平軸H-Hに対して+3.5°に配置し、第1の偏光板1.1の透過軸1.1aと直交する。

次に、この第4の実施形態の液晶表示装置の効果について説明する。カラーフィルタ1.0は全く複屈折性を持たないので、反射表示については、第3の実施形態と同じであり、ねじれ位相差板1.2を用いることによって良好なコンタクト下の表示が可能である。

また、表示画素のオンとオフを組み合わせることによってカラー表示が可能となる。たとえば、赤フィルタRをオン（白）とし、緑フィルタGと青フィルタBをオフ（黒）にすることによって赤の表示が可能になる。

この実施形態の半透過反射型の液晶表示装置は、反射率が高く且つコントラスト比が1.0以上と高い値が得られたので、バックライト1.5が非点灯の反射表示でも、彩度が高く明るいカラー表示が得られた。

次に、バックライト1.5を点灯した透過表示について説明する。

位相差値F 1が1/4波長相当の0.14  $\mu\text{m}$ である第1の位相差板1.7と、位相差値F 2が1/2波長相当の0.28  $\mu\text{m}$ である第2の位相差板1.8を、第1.2図に示したように、交差角が6.0°となるように重ねることにより、波長0.55  $\mu\text{m}$ での2枚合計の位相差値は0.14  $\mu\text{m}$ となり、波長0.4  $\mu\text{m}$ 付近の短波長

では  $0.14 \mu\text{m}$  より小さく、波長  $0.7 \mu\text{m}$  付近の長波長においては  $0.14 \mu\text{m}$  より大きくなる。また 2 枚合計の実質的な遅相軸は第 1 の位相差板 1.7 の遅相軸 1.7 a と第 2 の位相差板 1.8 の遅相軸 1.8 a の中間となり、水平軸 H-H に対して、 $+80^\circ$  方向となる。

つまり、2 枚の位相差板を用いることによって、短波長の位相差値が長波長の位相差値より小さい、いわゆる広帯域  $1/4$  波長板を形成することが可能になる。

つまり、位相差値  $F$  を波長  $\lambda$  で除した  $F/\lambda$  値は、すべての可視光領域にわたり、ほぼ  $1/4$  にすることが可能になり、その結果、可視光領域すべての波長で円偏光が得られる。

バックライト 1.5 から出た光は、第 2 の偏光板 1.6 により直線偏光となる。この直線偏光は第 1 の位相差板 1.7 と第 2 の位相差板 1.8 を 2 枚合わせた実質的な遅相軸に対して  $45^\circ$  の角度に入射するので円偏光となる。その円偏光は半透過反射層 1.3 で約 8 割は反射されるが、残りの 2 割の光が透過する。

液晶素子 2.2 に電圧を印加していない状態では、ねじれ位相差板 1.2 と液晶素子 2.2 により、複屈折性がほぼ全波長にわたり  $1/4$  波長となっている。

この実施形態のように配置すると、第 1 の位相差板 1.7 と第 2 の位相差板 1.8 で発生した位相差は、液晶素子 2.2 とねじれ位相差板 1.2 とで発生する位相差で減算されてゼロとなり、第 2 の偏光板 1.6 の透過軸 1.6 a と同一方向の直線偏光となって出射する。

第 1 の偏光板 1.1 の透過軸 1.1 a と第 2 の偏光板 1.6 の透過軸 1.6 a が直交しているので、入射光は透過せず黒表示となる。

そして、第 1 の位相差板 1.7 と第 2 の位相差板 1.8 を用いたことにより、第 3 の実施形態よりも良好な黒表示が得られた。

液晶素子 2.2 の第 1 の電極 3 と第 2 の電極 4 の間に電圧を印加すると、ネマチック液晶層 6 の液晶分子が立ち上がり、液晶素子 2.2 の実質的な  $\Delta n d$  値が減少する。

## 2.6

そのため、第2の偏光板16から入射した直線偏光は、第1の位相差板17と第2の位相差板18を通過することによって円偏光となるが、ねじれ位相差板12と液晶素子22を透過することによって楕円偏光や直線偏光になる。

この電圧印加により、液晶素子22で発生する位相差を $1/4$ 波長とすると、第2の偏光板17より入射した直線偏光は、ねじれ位相差板12を透過することによって $90^\circ$ 回転するため、第1の偏光板11を透過し、良好な白表示を得ることができる。

このように、第1の偏光板11と散乱層14と、半透過反射層13とカラーフィルタ10を内在した液晶素子22により、外光を用いる反射表示においては良好なコントラストのカラー表示が可能である。また、液晶素子22の下側に第1の位相差板17と第2の位相差板18と第2の偏光板16とバックライト15を備えたことにより、外光が少ない環境ではバックライト15を点灯することによって、良好なカラー表示が得られる。

本述した実施形態では、半透過反射層13を厚さ $0.02\mu\text{m}$ のアルミニウム薄膜で形成したが、厚さ $0.03\mu\text{m} \sim 0.01\mu\text{m}$ であれば、一部の光が透過して、ハーフミラーとすることが可能である。

また、半透過反射層13としてアルミニウム薄膜を用いたが、アルミニウム合金や銀の薄膜、あるいは反射率を改善するためにアルミニウムと無機酸化物の多層膜を用いることも可能である。

また、第1の位相差板17と第2の位相差板18としていずれもポリカーボネート(PC)を用い、遅相軸の交差角を $60^\circ$ として、広帯域 $1/4$ 波長板を形成したが、第1の位相差板17と第2の位相差板18とにより、屈折率の波長依存性が異なる材料を用いることによっても、広帯域 $1/4$ 波長板を形成することができる。

たとえば、第1の位相差板17にPC、第2の位相差板18にポリプロピレン(P

P)を用い、波長 $0.55\mu\text{m}$ での、第1の位相差板の位相差値を $0.36\mu\text{m}$ 、第2の位相差板18の位相差を $0.5\mu\text{m}$ とし、遅相軸が直交するように配置すれば、すべての波長にわたって位相差が $1/4$ になる広帯域 $1/4$ 波長板を形成することができる。

また、カラーフィルタ10を第1の基板1側に設けたが、第2の基板2の内側で、第2の電極4と第2の基板2の間にカラーフィルタ10を形成することも可能である。

しかし、カラーフィルタ10を第1の基板に設ける方が、保護膜8を、カラーフィルタ10の平坦化と、半透過反射膜13と第1の電極3との絶縁層とに兼ねることが可能になるので好ましい。

また、カラーフィルタ10として、赤、緑、青の3色のフィルタを用いたが、シアン、イエロー、マゼンタの3色のカラーフィルタを用いても、同様に明るいカラー表示が可能である。

また、上述の実施形態では、カラーフィルタ製造工程の洗浄ラインに耐えるように、半透過反射層8の上に酸化シリコン( $\text{SiO}_2$ )膜を形成したが、アルミニウム薄膜の表面を陽極酸化処理で不活性化させることも可能である。

#### 産業上の利用可能性

以上の説明から明らかなように、この発明による液晶表示装置は、偏光板とねじれ位相差板と反射層を内在した液晶素子において、液晶素子に対するねじれ位相差板のツイスト角、 $\Delta n d$ 値、配置角を最適化し、ねじれ位相差板に対する偏光板の配置角を最適化したことにより、外光を用いて高コントラストの反射表示が得られる単偏光板方式の液晶表示装置を提供できる。

さらに、その液晶素子の反射層を半透過反射層とし、その視認側と反対側に第1の位相差板と第2の偏光板とバックライト15を備え、液晶素子に対するねじれ位

相差板のツイスト角、 $\Delta n \cdot d$  値、配置角を最適化し、ねじれ位相差板に対する第1の偏光板の配置角を最適化することにより、外光による反射表示とバックライト照明による透過表示が可能で、且つ反射表示と透過表示の両方で高いコントラストの表示が可能になる。

## 請求の範囲

1. 反射層と第1の電極とを有する透明な第1の基板と、第2の電極を有する透明な第2の基板との間に、ツイスト角が $180^{\circ} \sim 260^{\circ}$ にツイスト配向しているネマチック液晶層を挟持してなる液晶素子と、

前記第2の基板の外側に設けたねじれ位相差板と、  
そのねじれ位相差板の外側に設けた偏光板とを備え、

前記ねじれ位相差板のツイスト方向は、前記液晶素子のネマチック液晶層のツイスト方向に対して逆方向であり、

前記液晶素子の上液晶分子配向方向と前記ねじれ位相差板の下分子配向方向とのなす角度 $\alpha$ が $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ であり、

前記偏光板の透過軸と前記ねじれ位相差板の上分子配向方向との成す角度 $\beta$ が $60^{\circ} \sim 75^{\circ}$ であり、

前記ねじれ位相差板のツイスト角 $T_c$ は、前記液晶素子のツイスト角 $T_s$ の0.7倍 $\sim$ 0.8倍であり、

前記ねじれ位相差板の複屈折量を示す $\Delta n d$ 値 $R_c$ は、前記液晶素子の $\Delta n d$ 値 $R_s$ より $0.1 \mu m \sim 0.15 \mu m$ 小さいことを特徴とする液晶表示装置。

2. 半透過反射層と第1の電極とを有する透明な第1の基板と、第2の電極を有する透明な第2の基板との間に、ツイスト角が $180^{\circ} \sim 260^{\circ}$ にツイスト配向しているネマチック液晶層を挟持してなる液晶素子と、

前記第2の基板の外側に設けたねじれ位相差板と、  
そのねじれ位相差板の外側に設けた第1の偏光板と、  
前記第1の基板の外側に設けた位相差板と、  
その第1の位相差板の外側に設けた第2の偏光板と、

その第2の偏光板の外側に設けたバックライトとを備え、

前記ねじれ位相差板のツイスト方向は、前記液晶素子のネマチック液晶層のツイスト方向に対して逆方向であり、

前記液晶素子の上液晶分子配向方向と前記ねじれ位相差板の下分子配向方向とのなす角度 $\alpha$ が $80^\circ \sim 100^\circ$ であり、

前記第1の偏光板の透過軸と前記ねじれ位相差板の上分子配向方向とのなす角度 $\beta$ が $60^\circ \sim 75^\circ$ であり、

前記ねじれ位相差板のツイスト角 $T_c$ は、前記液晶素子のツイスト角 $T_s$ の0.7倍 $\sim$ 0.8倍であり、

前記ねじれ位相差板の複屈折量を示す $\Delta n d$ 値 $R_c$ は、液晶素子の $\Delta n d$ 値 $R_s$ より $0.1 \mu m \sim 0.15 \mu m$ 小さい

ことを特徴とする液晶表示装置。

3. 請求の範囲第2項に記載の液晶表示装置において、

前記位相差板を第1の位相差板とし、その第1の位相差板と前記第2の偏光板との間に第2の位相差板を設け、

前記第1の位相差板の遅相軸と前記第2の位相差板の遅相軸は概ね $60^\circ$ に交差しており、

前記第1の位相差板の位相差値は概ね $1/4$ 波長で、前記第2の位相差板の位相差値は概ね $1/2$ 波長である、

ことを特徴とする液晶表示装置。

4. 請求の範囲第1項に記載の液晶表示装置において、

前記液晶素子の $\Delta n d$ 値 $R_s$ が $0.175 \mu m \sim 0.19 \mu m$ である液晶表示装置。

5. 請求の範囲第2項に記載の液晶表示装置において、



前記液晶素子の $\Delta n d$ 値 $R_s$ が $0.75\mu m \sim 0.9\mu m$ である液晶表示装置。

6. 請求の範囲第1項に記載の液晶表示装置において、

前記第1の基板又は前記第2の基板に複数色のカラーフィルタを設けた液晶表示装置。

7. 請求の範囲第2項に記載の液晶表示装置において、

前記第1の基板又は前記第2の基板に複数色のカラーフィルタを設けた液晶表示装置。

8. 請求の範囲第1項に記載の液晶表示装置において、

前記第2の基板の外側に散乱層を設けた液晶表示装置。

9. 請求の範囲第2項に記載の液晶表示装置において、

前記第2の基板の外側に散乱層を設けた液晶表示装置。

10. 請求の範囲第2項に記載の液晶表示装置において、

前記半透過反射層が、厚さ $0.03\mu m \sim 0.1\mu m$ の金属薄膜である液晶表示装置。

11. 請求の範囲第3項に記載の液晶表示装置において、

前記半透過反射層が、厚さ $0.03\mu m \sim 0.1\mu m$ の金属薄膜である液晶表示装置。

12. 請求の範囲第2項に記載の液晶表示装置において、

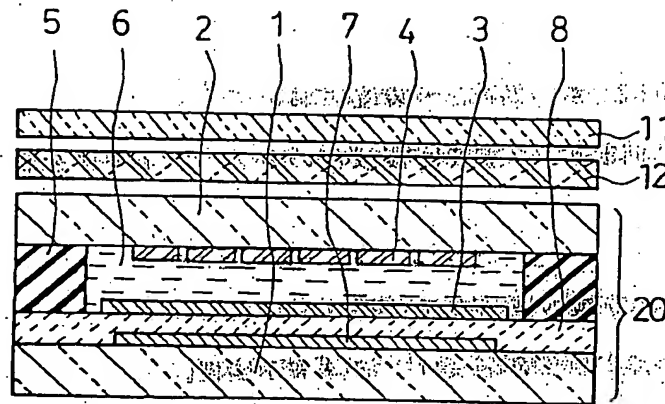
前記半透過反射層が、画素毎に開口部を設けた金属薄膜である液晶表示装置。

13. 請求の範囲第3項に記載の液晶表示装置において、

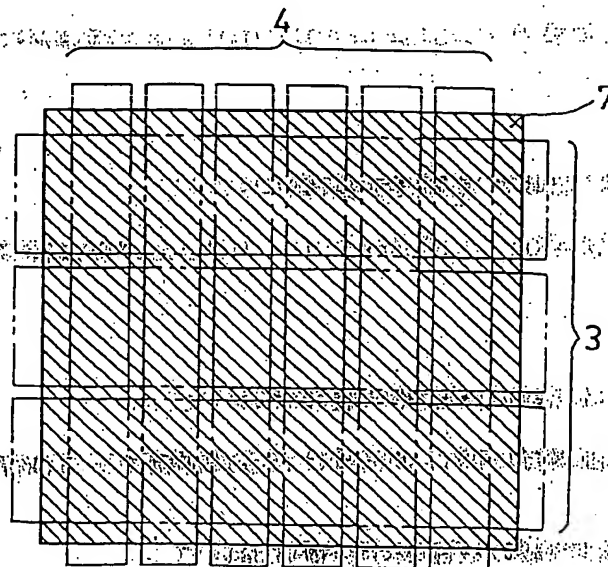
前記半透過反射層が、画素毎に開口部を設けた金属薄膜である液晶表示装置。

1 / 9

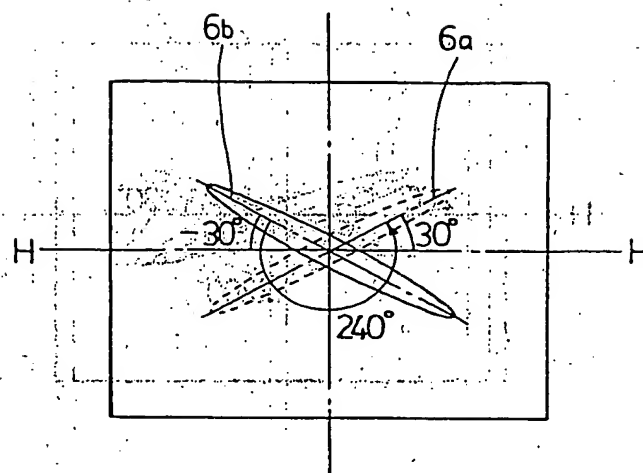
第 1 図



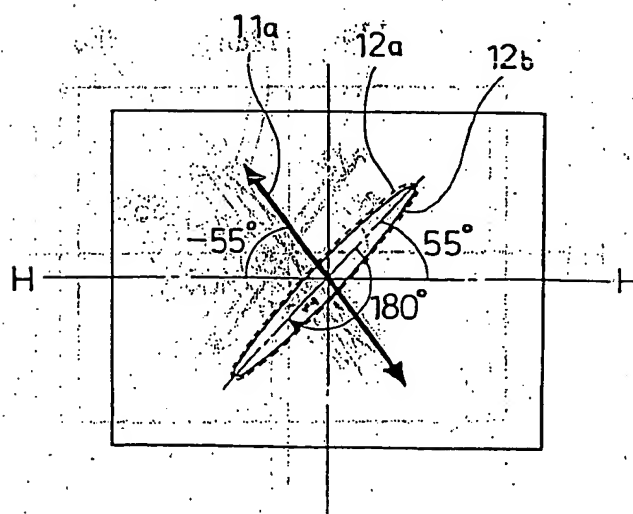
第 2 図



第 3 図

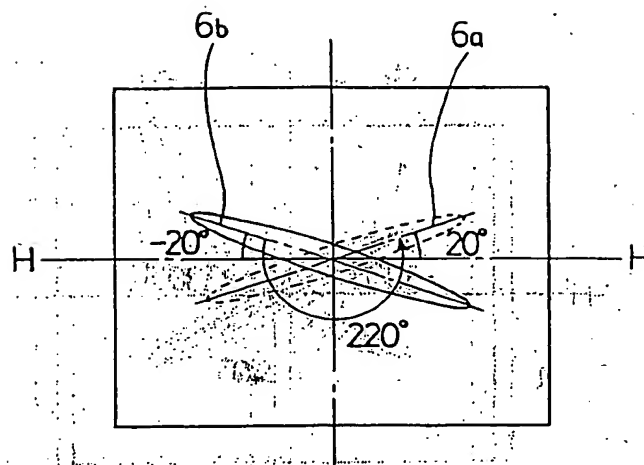


第 4 図

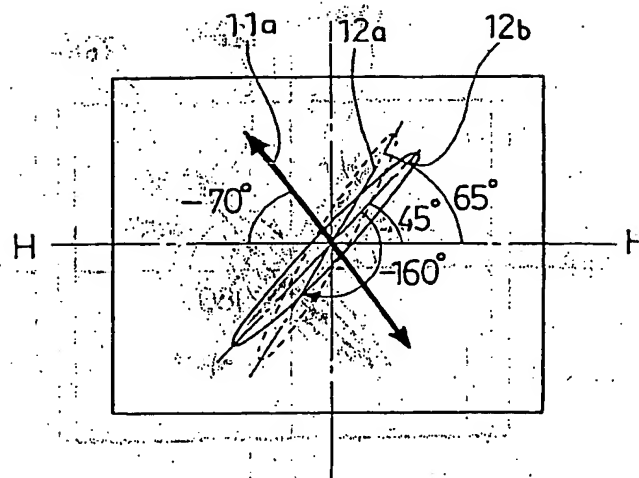


3 / 9

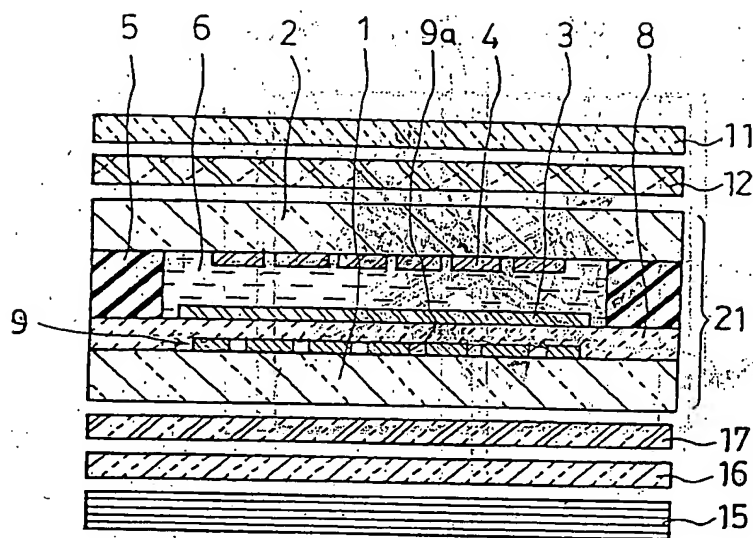
第 5 図



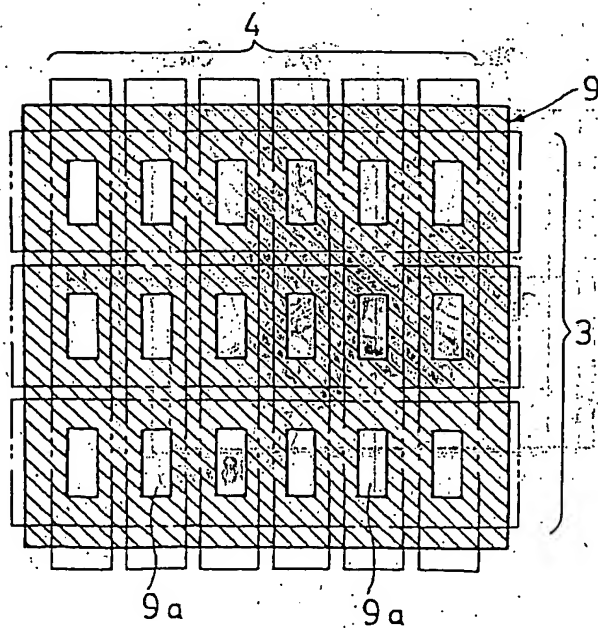
第 6 図



第 7 図

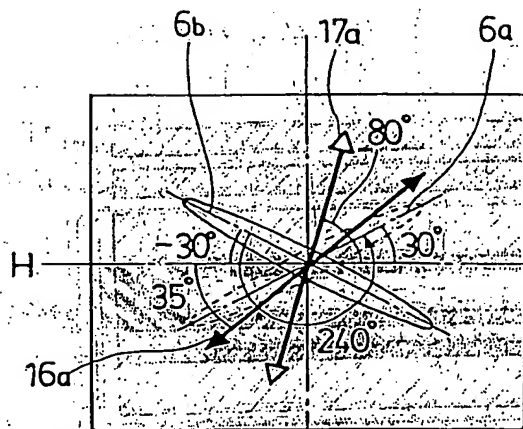


第 8 図

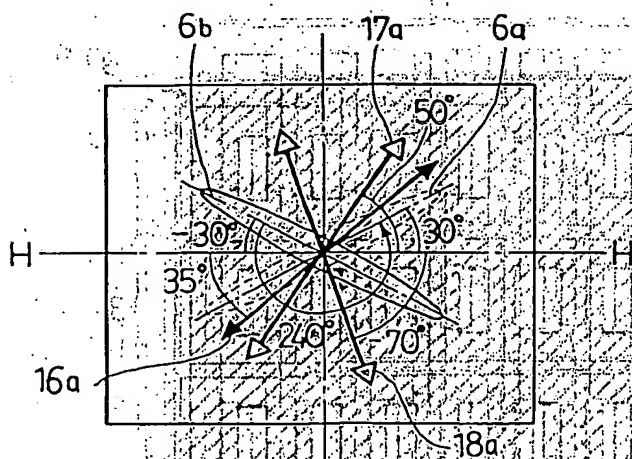


5 / 9

第 9 図

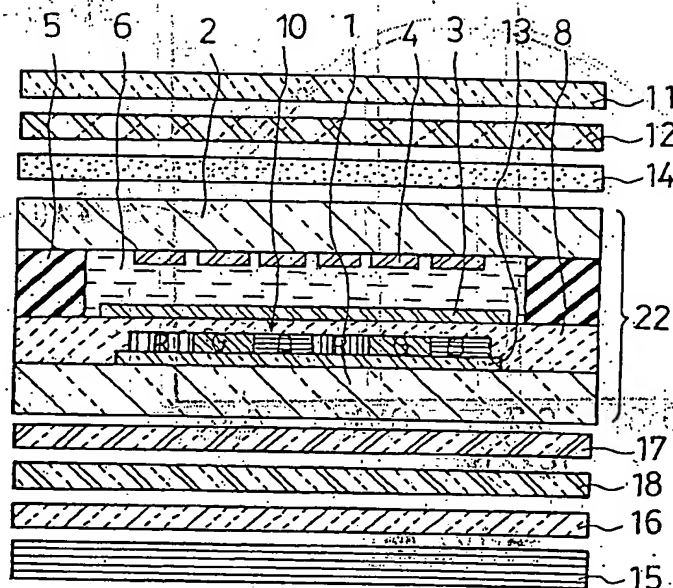


第 12 図

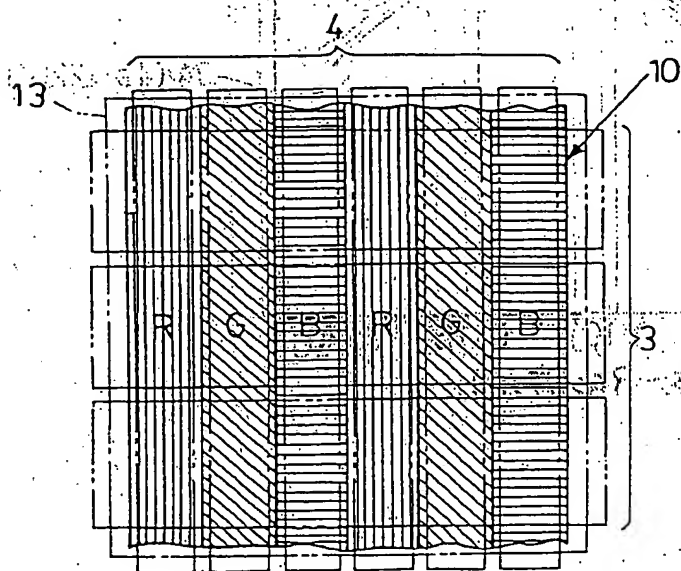


6 / 9

第10図

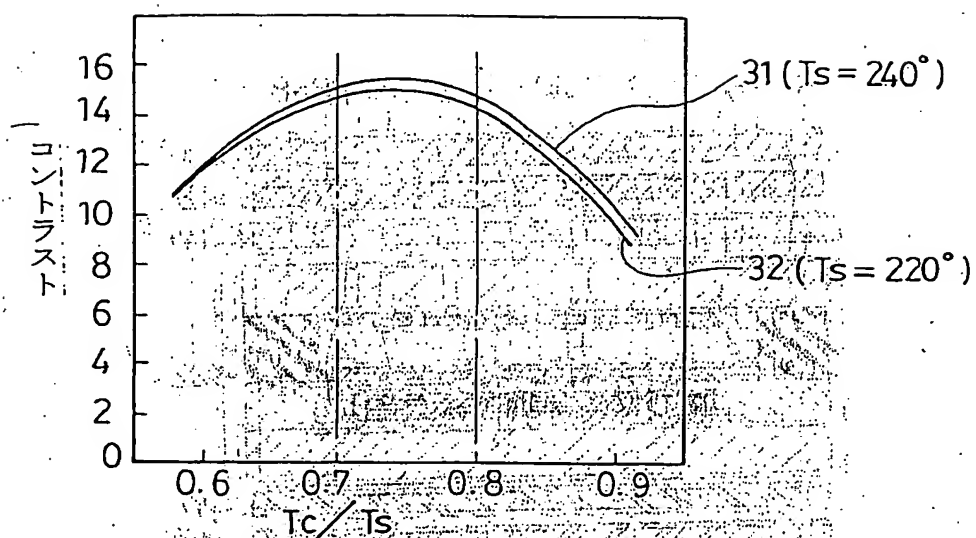


第11図

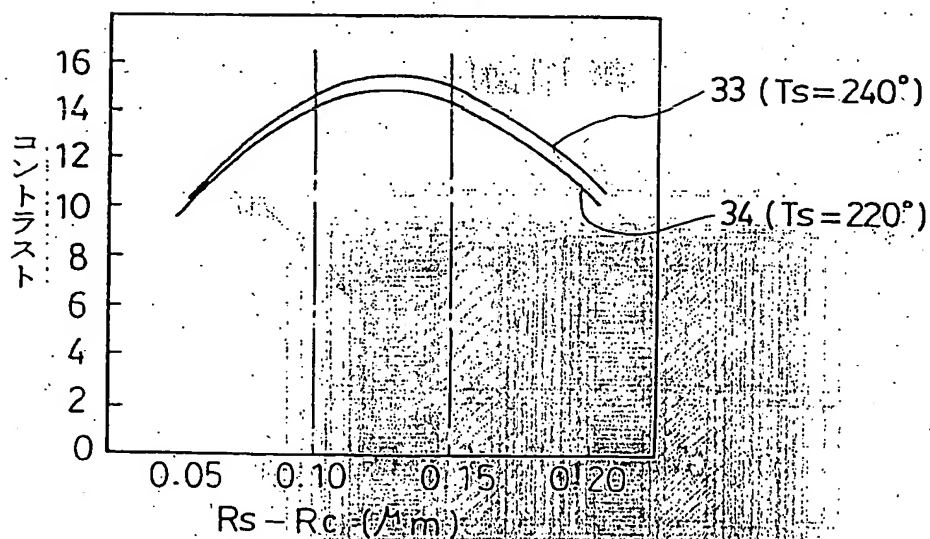


7 / 9

第13図



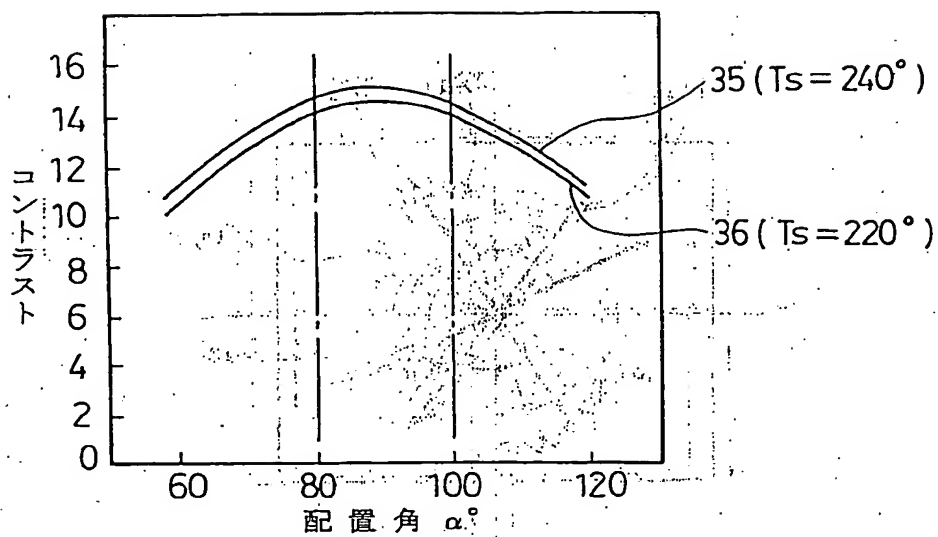
第14図



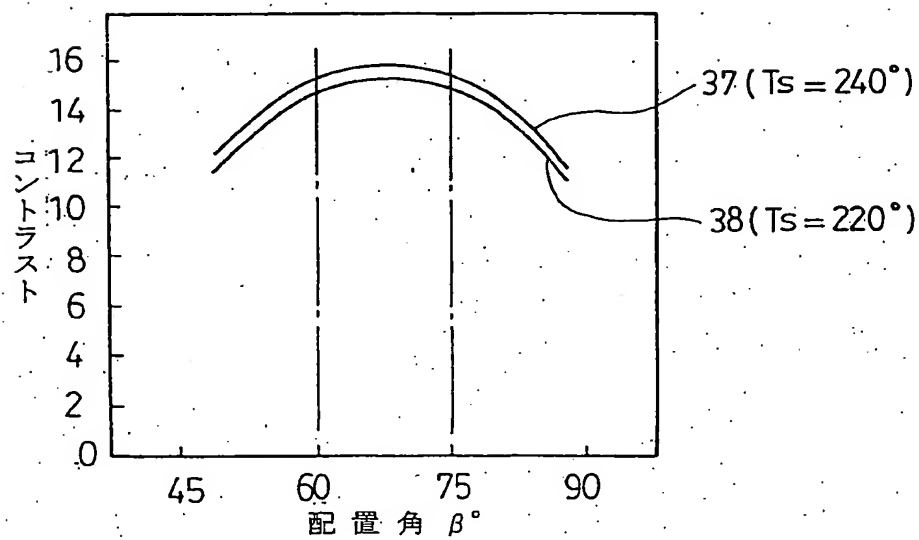


8 / 9

第15 図

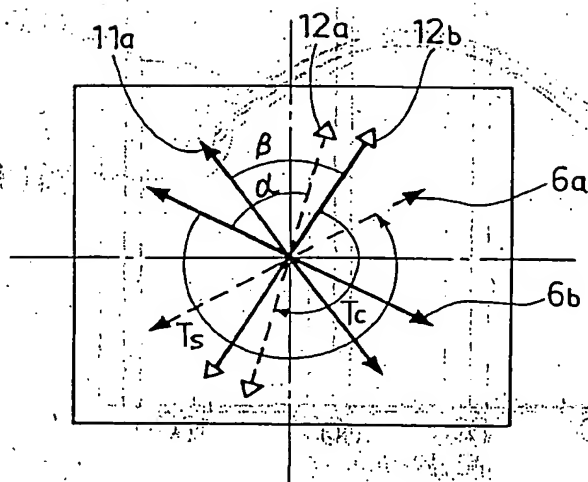


第16 図



9 / 9

第17図



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/07629

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int. Cl.<sup>7</sup> G02F1/133, G02F1/13363

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int. Cl.<sup>7</sup> G02F1/133, G02F1/13363, G02F1/139

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 10-104654, A (Asahi Glass Co., Ltd.), 24 April, 1998 (24.04.98), Full text; Figs. 4 to 5, 8 to 9	1, 4
Y	Full text; Figs. 4 to 5, 8 to 9	6, 8
A	Full text; Figs. 4 to 5, 8 to 9 (Family: none)	2-3, 5, 7, 9-13
Y	JP, 11-160705, A (Hitachi, Ltd.), 18 June, 1999 (18.06.99), Par. Nos. [0048] - [0049]	6, 8
A	Par. Nos. [0048] - [0049] (Family: none)	7, 9
A	JP, 8-292413, A (Casio Computer Co, Ltd.), 05 November, 1996 (05.11.96), Full text; all drawings (Family: none)	2-3, 5, 7, 9-13
A	EP, 803756, A (SHARP KABUSHIKI KAISYA), 16 January, 1998 (16.01.98), page 14, lines 19 to 34 & JP, 10-10465, A Par. Nos. [0113] - [0115]	3, 11, 13

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:  
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
"E" earlier document but published on or after the international filing date  
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
13 November, 2000 (13.11.00)

Date of mailing of the international search report  
05 December, 2000 (05.12.00)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/07629

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 11-2709, A (Mitsui Chemicals, Ltd.), 06-January, 1999 (06.01.99), Par. Nos. [0040]-[0042] (Family: none)	10-11
A	JP, 10-282488, A (NEC Niigata Ltd.), 23 October, 1998 (23.10.98), Par. No. [0009] (Family: none)	12-13

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. G02F1/133, G02F1/13363

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. G02F1/133, G02F1/13363, G02F1/139

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2000年

日本国登録実用新案公報 1994-2000年

日本国実用新案登録公報 1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリ	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y A	JP, 10-104654, A (旭硝子株式会社) 24. 4月, 1998 (24. 04. 98) 全文, 図4-5, 8-9 全文, 図4-5, 8-9 全文, 図4-5, 8-9 (ファミリーなし)	1, 4 6, 8 2-3, 5, 7, 9-13

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリ

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であつて出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であつて、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であつて、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

13. 11. 00

国際調査報告の発送日

05.12.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

井口 猶二

2X

2913

電話番号 03-3581-1101 内線 3293

C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	J P, 11-160705, A (株式会社日立製作所) 18. 6月. 1999 (18. 06. 99) 段落番号【0048】-【0049】 段落番号【0048】-【0049】 (ファミリーなし)	6,8 7,9
A	J P, 8-292413, A (カシオ計算機株式会社) 5. 11月. 1996 (05. 11. 96) 全文, 全図 (ファミリーなし)	2,3,5,7,9-13
A	E P, 803756, A (SHARP KABUSHIKI KAISYA) 16. 1月. 1998 (16. 01. 98) 第14頁第19-34行 & J P, 10-10465, A 段落番号【0113】-【0115】	3,11,13
A	J P, 11-2709, A (三井化学株式会社) 6. 1月. 1999 (06. 01. 99) 段落番号【0040】-【0042】 (ファミリーなし)	10-11
A	J P, 10-282488, A (新潟日本電気株式会社) 23. 10月. 1998 (23. 10. 98) 段落番号【0009】 (ファミリーなし)	12-13

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**